

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-318565

(43)公開日 平成6年(1994)11月15日

(51)Int.Cl.
H 01 L 21/302
H 21/203
S 21/205

識別記号
B 9277-4M
H 9277-4M
S 8122-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 FD (全4頁)

(21)出願番号 特願平5-128231

(22)出願日 平成5年(1993)5月1日

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号

(72)発明者 深沢 孝之

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京
エレクトロン株式会社内

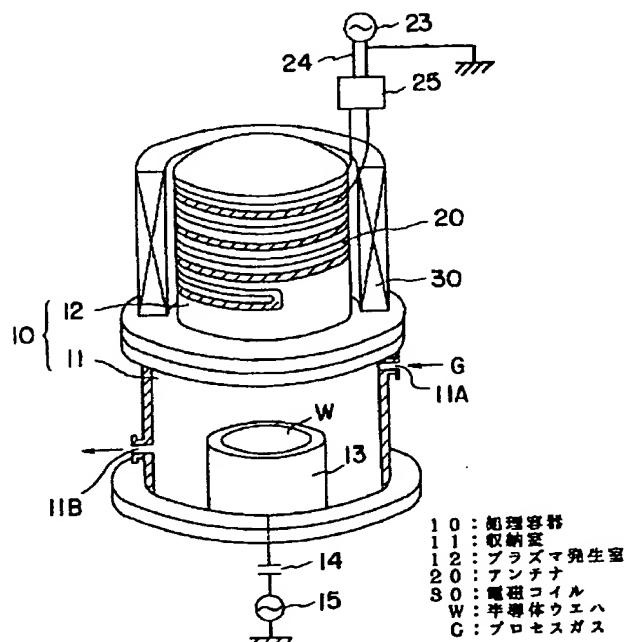
(74)代理人 弁理士 小原 肇

(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57)【要約】

【目的】 より低磁場下でエレクトロンサイクロトロン共鳴を誘起してプロセスガスをプラズマ化することにより磁場の影響を緩和して高精度のプラズマ処理を行なうプラズマ処理装置を提供する。

【構成】 本プラズマ処理装置は、半導体ウェハWを収納する収納室11及びその上面に連設されたプラズマ発生室12とからなる処理容器10と、この処理容器10のプラズマ発生室12に巻回された二重螺旋構造からなるアンテナ20と、このアンテナ20の外側に配設され且つプラズマ発生室12に磁場を印加する電磁コイル30とを備え、上記アンテナ20によりプラズマ発生室12内に数10MHzの電磁波を導入すると共に電磁コイル30により30ガウス以下の低磁場を印加してプラズマ発生室12内でエレクトロンサイクロトロン共鳴によるプラズマを発生させることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理体を収納する収納部及びその上面に連設されたプラズマ発生部とからなる処理容器と、この処理容器のプラズマ発生部に巻回された二重螺旋構造からなるアンテナと、このアンテナの外側に配設され且つ上記プラズマ発生部に磁場を印加する磁場印加手段とを備え、上記アンテナにより上記プラズマ発生部内に数10MHzの電磁波を導入すると共に上記磁場印加手段により30ガウス以下の低磁場を印加して上記プラズマ発生部内でエレクトロンサイクロトロン共鳴によるプラズマを発生させることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 上記アンテナがスロットアンテナからなることを特徴とする請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、プラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 プラズマ処理装置は、処理用ガスの存在する処理容器内で真空放電させてプラズマを発生させ、このプラズマを利用して被処理体に所定の処理を施すように構成されている。このプラズマ処理装置は、従来から半導体製造工程における、スパッタリング工程、アッシング工程、CVD工程、あるいはエッチング工程などで広く用いられている。

【0003】 プラズマ処理装置として代表的なものとして、平行平板電極をプラズマ発生手段とするものがあるが、このタイプのものは電極構造の関係から例えば数100mmTorrという比較的高いガス圧で用いられるため、プラズマ中のイオン種などの活性種が電極に衝突して電極をスパッタし、電極から不純物が発生させ、また、それ故に最近のハーフミクロ以上での微細加工への対応が困難である。そこで、従来から電極を用いることなく数mmTorrの高真空中でプラズマを発生させる装置として、例えばエレクトロンサイクロトロン共鳴を利用してプラズマを発生させるECRプラズマ処理装置が開発されている。

【0004】 従来のECRプラズマ処理装置は、通常2.45GHzのマイクロ波を処理容器内に導入すると共に875ガウスの磁場を処理容器に印加してエレクトロンサイクロトロン共鳴により、数mmTorrの高真空中でもプロセスガスをプラズマ化し、このプラズマでのイオン化率を高めて高密度プラズマを得るようにしたものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来のECRプラズマ処理装置の場合には、上述のように2.45GHzのマイクロ波を用いるため、このようなマイクロ波のもとでエレクトロンサイクロトロン共鳴を誘起

させるために所定の物理的関係を充足する必要があり、そのためには875ガウスの磁場を印加しなくてはならなかった。ところがこのように強い磁場を印加した状態で半導体ウエハに対して例えば所定形状の微細パターンに従ったエッチング処理を施す場合には、強磁場のためプラズマが偏在しやすくなり、このプラズマの偏在により半導体ウエハに部分的なチャージアップ現象を引き起こし、このチャージアップに起因してエッチング形状に歪みが生じ、高精度の微細加工を行なうことができず、また、高精度の加工を行なうための均一な強磁場を形成することが困難であるなどという課題があった。

【0006】 本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、より低磁場下でエレクトロンサイクロトロン共鳴を誘起してプロセスガスをプラズマ化することにより磁場の影響を緩和して高精度のプラズマ処理を行なうプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の請求項1に記載のプラズマ処理装置は、被処理体を収納する収納部及びその上面に連設されたプラズマ発生部とからなる処理容器と、この処理容器のプラズマ発生部に巻回された二重螺旋構造からなるアンテナと、このアンテナの外側に配設され且つ上記プラズマ発生部に磁場を印加する磁場印加手段とを備え、上記アンテナにより上記プラズマ発生部内に数10MHzの電磁波を導入すると共に上記磁場印加手段により30ガウス以下の低磁場を印加して上記プラズマ発生部内でエレクトロンサイクロトロン共鳴によるプラズマを発生させるようにしたものである。

【0008】 また、本発明の請求項2に記載のプラズマ処理装置は、請求項1に記載の発明において、上記アンテナがスロットアンテナからなるものである。

【0009】

【作用】 本発明の請求項1に記載の発明によれば、処理容器内にプロセスガスを導入した状態で二重螺旋構造からなるアンテナからプラズマ発生部内に数10MHzの電磁波を導入すると共に磁場印加手段によりプラズマ発生部に30ガウス以下の低磁場を印加し、プロセスガスをエレクトロンサイクロトロン共鳴させると、プロセスガスからプラズマを発生し、こんこのプラズマが収納部内の被処理体に達すると、低磁場下で被処理体をプラズマ処理ができる。

【0010】 また、本発明の請求項1に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明において、上記アンテナがスロットアンテナからなるため、スロットからプラズマ発生部内へ電磁波を導入することができる。

【0011】

【実施例】 以下、図1、図2に示す実施例に基づいて本発明を説明する。本実施例のプラズマ処理装置は、図1に示すように、被処理体としての半導体ウエハWを収納する収納室11と、この収納室11の上面の円形状に形

成された開口部で上方に向けて連設されたプラズマ発生室12とからなる処理容器10を備えて構成されている。また、上記プラズマ発生室12の外周面には二重螺旋構造からなるアンテナ20が巻回され、更にこのアンテナの外側にプラズマ発生室12に磁場を印加する磁場印加手段としての電磁コイル30がプラズマ発生室12を囲むように配設されている。

【0012】また、上記プラズマ処理装置は、上記アンテナ20によりプラズマ発生室12内に数10MHzの電磁波を導入すると共に上記電磁コイル30により30ガウス以下の低磁場を印加してプラズマ発生室12内でエレクトロンサイクロトロン共鳴によるプラズマを発生させるように構成されている。上記磁場強度は20ガウス以下がより好ましく、15ガウス以下が更に好ましい。この磁場強度が30ガウスを超えるとプラズマ発生室12内での磁場の偏在により処理容器10内でのプラズマ密度の不均一が顕著になって半導体ウエハWのチャージアップを引き起こしやすくなり、高精度のエッチングが困難になる虞がある。また、上記電磁波の周波数は、エレクトロンサイクロトロン共鳴を発生させる物理的条件、 $eB/m = 2\pi f$ から上記磁場強度に基づいて設定される。

【0013】更に、上記プラズマ処理装置をより具体的に説明する。上記処理容器10の収納室11は、例えばステンレス等の導電性材料によって形成され、その側面上部に内部へプロセスガスを供給するガス供給部11Aが形成され、その側面下部に処理後のガスを排出するガス排出部11Bが形成されている。また、この収納室11の内部には半導体ウエハWを載置するサセプタ13が配設されている。更に、このサセプタ13にはコンデンサ14を介して高周波電源15が接続され、この高周波電源15によってサセプタ13に高周波電圧を印加してプラズマ電位に対する自己バイアス電位を維持するように構成されている。一方、上記プラズマ発生室12は、電磁波を透過する石英等の絶縁材料によって上端を封止した筒状に形成され、本実施例ではその外径が例えば300mmに形成されている。

【0014】また、上記アンテナ20は、上記プラズマ発生室12の外周面にその下端近傍から上端近傍に亘って8mmピッチで巻回された二重螺旋構造として構成されている。この二重螺旋構造のアンテナ20を展開すると、例えば図2に示す帯状に形成されており、この帯状のアンテナ20は、幅が6cmで長さが3.35mの銅板21で、その幅方向中央に幅2cmのスロット22が帯状銅板21の一端から他端に沿って略全長に形成された、いわゆるスロットアンテナとして構成されている。つまり、このアンテナ10の長さは、放射する電磁波の波長の略半分の長さに形成されている。そして、このアンテナ20の他端に高周波電源23が同軸ケーブル24を介して接続され、この高周波電源23から上記アンテナ2

0の長さ即した周波数、即ち40MHzの電磁波をアンテナ20に給電するように構成されている。更に、このアンテナ20近傍にはマッチング回路25が配設され、このマッチング回路25によりインピーダンス整合をとって同軸ケーブル24をアンテナ20に結合し、アンテナ20のスロット22から40MHzの電磁波をプラズマ発生室11の内部全体へ放射するように構成されている。

【0015】つまり、上記アンテナ20は、高周波電源23から40MHzの高周波電力を供給されて40MHzの電磁波をスロット22からプラズマ処理室12内に放射するように構成されている。また、この40MHzの電磁波によりエレクトロンサイクロトロン共鳴によるプラズマを発生させるためには、上記物理的条件、 $\omega = eB/m = 2\pi f$ から、電磁コイル30によって印加すべき磁場強度は $B = 14$ ガウスとなる。従って、上記プラズマ処理装置は、上記高周波電源23から40MHzの高周波電力を上記アンテナ20に給電することによりスロット22から40MHzの電磁波をプラズマ発生室12内へ導入すると共に、この電磁波と14ガウスの低磁場とでエレクトロンサイクロトロン共鳴によりプラズマ発生室12内で高密度プラズマ(10¹¹cm⁻³台のプラズマ)を発生するように構成されている。

【0016】次に、動作について説明する。まず、収納室11内のサセプタ13で半導体ウエハWを保持した状態で処理容器10内を真空引きして所定の真空度にする。そして、ガス供給部11Aから所定の真空度に保持された処理容器10内へプロセスガスを供給し、そのガス圧を所定の真空度に保持する。その後、サセプタ13にコンデンサ14を介して高周波電圧を印加すると共に、高周波電源23から40MHzの高周波電力を給電すると、この電磁波は同軸ケーブル24を介してマッチング回路25に伝送され、このマッチング回路25でインピーダンス整合をとり、アンテナ20のスロット22から40MHzの電磁波をプラズマ発生室12内へ放射する。この時、電磁コイル30によりプラズマ発生室12に14ガウスの磁場を印加しているため、アンテナ20からの電磁波と磁場によりプロセスガスからエレクトロンサイクロトロン共鳴による10¹¹cm⁻³台の高密度なプラズマを発生する。

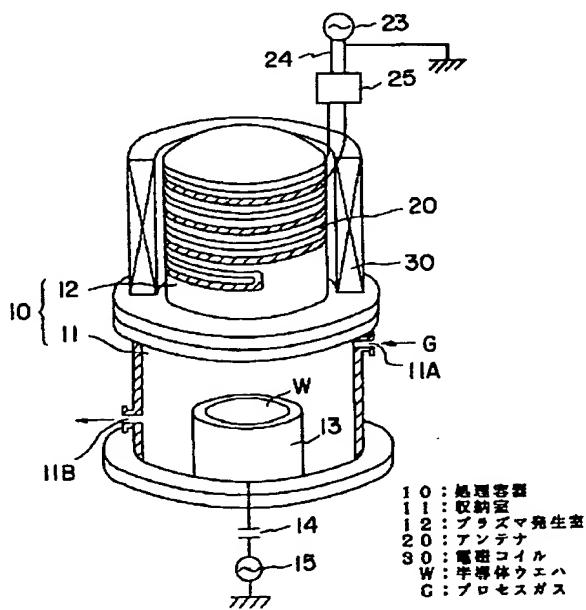
【0017】一方、サセプタ13にはコンデンサ14を介して高周波電圧が印加されているため、その上方に形成されたプラズマから電子を優先的に引き込み、負に自己バイアスされ、プラズマとの間にイオンシースが形成されている。そのため、サセプタ13、つまり半導体ウエハWとプラズマとの間に大きな電位差ができ、プラズマ中のイオンが半導体ウエハWに衝突して所定のエッチング処理を行なう。

【0018】以上説明したように本実施例によれば、アンテナ20をプラズマ発生室12に巻回してその内部に

4.0 MHzの電磁波を放射すると共に、電磁コイル30により1.4ガウスの磁場を印加することにより、プラズマ発生室12内でプロセスガスGに対してエレクトロンサイクロトロン共鳴によるプラズマを発生させるようにしたため、1.4ガウスという低い磁場でも半導体ウエハWをエッチングすることができ、プラズマ発生室12内で磁場が偏在していても低磁場故にプラズマ密度の不均一を緩和することができ、更に半導体ウエハWでのチャージアップを抑制することができ、半導体ウエハWに高精度のエッチングを行なうことができる。

【0019】尚、上記実施例では二重螺旋構造のアンテナ20から40MHzの電磁波をプラズマ発生室12内に導入すると共に電磁コイル20により14ガウスの低磁場をプラズマ発生室12に印加してプロセスガスGからエレクトロンサイクロトロン共鳴によるプラズマを発生させて半導体ウエハWにエッチングを施す場合について説明したが、本発明のプラズマ処理装置は、二重螺旋構造のアンテナから数10MHzの電磁波を導入すると共に磁場印加手段により30ガウス以下の低磁場を印加してプラズマを発生させるようにしたものであればよく、プラズマ発生部に導入する所望の電磁波の周波数（波長）に応じてアンテナの長さ等を適宜変更することができる。また、本発明のプラズマ処理装置は、エッチング処理に制限されるものではなく、その他スパッタリング、アッシング、CVDなどにも適用することができ*

[図 1]



* る。

[0020]

【発明の効果】以上説明したように本発明の請求項1に記載の発明によれば、より低磁場下でエレクトロンサイクロトロン共鳴を誘起してプロセスガスをプラズマ化することにより磁場の影響を緩和して高精度のプラズマ処理を行なうプラズマ処理装置を提供することができる。

【0021】また、本発明の請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明において、スロットアンテナを用いたため、スロットから電磁波を放射してプラズマ発生部内全体に高周波電磁波を導入できるプラズマ処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のプラズマ処理装置の一実施例を示す構成図である。

【図2】図1に示すアンテナを展開して示す平面図である。

【符号の説明】

1 0 処理容器
 20 1 1 収納室（収納部）
 1 2 プラズマ発生室（プラズマ発生部）
 2 0 アンテナ
 3 0 電磁コイル（磁場印加手段）
 W 半導体ウエハ（被処理体）
 G プロセスガス

【図2】

